

Результати досліджень струмових похибок різних типів трансформаторів струму з первинним номінальним струмом у діапазоні 75-600А дозволили зробити такі висновки:

- в колах виміру первинного струму в діапазоні $1 \pm 25\%$ номінального значення струмова похибка має від'ємний знак;
- зі збільшенням величини первинного струму абсолютне значення струмової похибки зменшується;
- врахування струмової похибки трансформатора струму в АСКОЕ дозволить зменшити величину небалансу електроенергії по підстанціям;
- кількість врахованої електроенергії, що передається споживачам, завдяки наявності від'ємної струмової похибки, занижена по відношенню до реально відпущеної. Тому врахування струмової похибки трансформаторів струму в АСКОЕ дозволить точніше оцінювати об'єм електроенергії, яка відпускається, що дасть відчутний економічний ефект.

1.Владимиров Ю.В., Крамская Т.А. Учет влияния нестационарности нагрузки на потери в электрических сетях // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Харьков. – 2006. – №4/3 (22). – С.46-49

2.Кизилов В.У. Концепция компенсации некачественности электроэнергии потребителю // Энергетика и электрификация. – 2007. – №1. – С.50-52.

3.Хныков А.В. Теория и расчет трансформаторов. – М.: СОЛОН-Прес, 2004. – 125 с.

4.Афанасьев В.В., Алоньев Н.М., Кибель В.М., Сирота И.М., Стогний Б.С. Трансформаторы тока. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 409 с.

5.РД 34.09.101-94. Типовая инструкция по учету электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении. – М., 1995. – 25с.

Отримано 20.01.2009

УДК 628.93.001

В.В.МОМОТ

ВАТ «Полтаваобленерго»

УДОСКОНАЛЕННЯ ПОРЯДКУ ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄГУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У РАЗІ ПОРУШЕННЯ РОЗРАХУНКОВОГО ОБЛІКУ НЕ З ВИНИ СПОЖИВАЧА

Розглядається питання щодо порядку визначення дійсного об'єгу електроенергії, використаної у разі тимчасового порушення розрахункового обліку не з вини споживача. Наводиться аналіз існуючого порядку та пропонується методика проведення розрахунків об'єгу недоврахованої електроенергії.

Відповідно до [1] державна метрологічна система створює необхідні засади для забезпечення вимірювань, якщо характеристики похи-

бок або невизначеності вимірювань відомі та не виходять за встановлені границі. Однак при цьому залишається відкритим питання щодо нормативно-правового вирішення спірної ситуації між суб'єктами у разі виходу результатів вимірювань за встановлені границі, що регулюються правилами користування електричною енергією (ПКЕЕ) [2].

Відповідно до ПКЕЕ електроустановки споживачів мають бути забезпечені необхідними розрахунковими засобами обліку спожитої електричної енергії, які підлягають оплаті, відповідно до даних розрахункового обліку про її фактичне споживання. В ПКЕЕ розглянуті ситуації, коли покази розрахункового засобу обліку не враховуються, а електропередавальна організація здійснює перерахунок обсягу фактично спожитої електроенергії. Відповідно до п.6.40 ПКЕЕ, у разі виявлення втручання з боку споживача в роботу розрахункових засобів обліку, перерахунок обсягу фактично спожитої електроенергії та його вартості здійснюється згідно методики [3]. Однак досить часто виникає ситуація, коли розрахунковий облік порушується не з вини споживача (згідно з п.6.20 ПКЕЕ), тобто, в процесі експлуатації виходить з ладу засіб вимірювальної техніки, (лічильник, трансформатор струму (ТС) чи трансформатор напруги (ТН), кола обліку). Для даного випадку в ПКЕЕ відсутній чіткий порядок розрахунку обсягу електроенергії, використаної споживачем. Адже зазначені в п.6.20 ПКЕЕ пояснення «за згодою сторін» і «може бути визначений ... або розрахований» не містять конкретних методик. Тому у разі недосягнення згоди зі споживачем у даному питанні електропередавальна організація зазнає комерційних втрат електроенергії. Отже, питання щодо чіткого, коректного і взаємовигідного вирішення спірної ситуації між електропередавальною організацією та споживачем внаслідок порушення розрахункового обліку не з вини споживача є досить актуальним.

У п.6.20 ПКЕЕ зазначено, що в разі тимчасового порушення розрахункового обліку електроенергії не з вини споживача обсяг електроенергії, використаної споживачем від дня порушення розрахункового обліку до дня відновлення розрахункового обліку, за згодою сторін, може бути визначений на підставі показів технічних засобів обліку або розрахований постачальником за середньодобовим обсягом споживання електричної енергії попереднього розрахункового періоду. Датою початку періоду порушення розрахункового обліку вважається перший день поточного розрахункового періоду, в якому було виявлено порушення обліку, або час і день, зафіксовані засобом обліку. Розрахунковий період, який використовується для визначення середньодобового обсягу постачання електричної енергії, визначається за згодою сторін. Слід зазначити, що на практиці досить часто виникає ситуація, коли

визначення «за згодою сторін» є основним критерієм взаємовигідного вирішення даної проблеми. Оскільки йдеться про недооблік електроенергії, то зрозуміло, що в будь-якому випадку збитків зазнає електропередавальна організація. Тому саме вона повинна брати на себе ініціативу у вирішенні даного спірного питання шляхом наведення переконливих фактів щодо величини недоврахованої електроенергії. При детальному вивченні змісту п.6.20 ПКЕЕ виникає декілька питань, на які немає конкретної відповіді під час вирішення вказаної конфліктної ситуації. По-перше, чи можна використовувати для визначення обсягу електроенергії покази технічних (контрольних) засобів обліку? По-друге, чому датою початку порушення розрахункового обліку вважається перший день поточного розрахункового періоду? По-третє, чому для визначення обсягу електроенергії у всіх випадках порушення використовується середньодобовий обсяг постачання електроенергії? До того ж, на відміну від п.6.40 ПКЕЕ, де чітко вказані види порушень зі сторони споживача, в п.6.20 ПКЕЕ не вказано, які ж порушення розрахункового обліку слід кваліфікувати як такі, що відбулися не з вини споживача. Підсумовуючи дані проблемні питання слід також зазначити, що відсутній чіткий порядок дій щодо визначення недоврахованого обсягу спожитої електроенергії у випадку недосягнення згоди між електропередавальною організацією та споживачем. У зв'язку з такою невизначеністю цілком логічним постає завдання щодо детального аналізу положень п.6.20 ПКЕЕ, вироблення відповідних обґрунтованих рішень і розробка відповідного алгоритму щодо вирішення даної проблеми. Метою даної роботи є створення «Методики визначення обсягу та вартості електричної енергії, необлікованої внаслідок порушення розрахункового обліку не з вини споживача», положення якої максимально надавали б можливість знаходження компромісу між сторонами.

Як уже зазначалося, п.6.20 ПКЕЕ не містить чіткого визначення такої ситуації, як «тимчасове порушення розрахункового обліку електроенергії не з вини споживача». Враховуючи, що в цьому пункті наявні також фрази «за згодою сторін» та «може бути визначений», то досить складно застосувати п.6.20 до ситуації, яку саму по собі складно ідентифікувати. Якщо, наприклад, вийде з ладу трансформатор струму, а споживач не погодиться з даним фактом, то йому не буде нараховано облік електроенергії за п.6.20 (не кажучи вже про п.6.40). Тому необхідно визначитися з тим, які ж саме порушення розрахункового обліку належать до тих, що відбулися не з вини споживача. Цілком логічно, що такими слід вважати всі види порушень, що не ввійшли до переліку, зазначеного в п.6.40. Однак у даному пункті щодо порушення

ПКЕЕ споживачами-юридичними особами є визначення «у разі виявлення у споживача знеструмлення кіл струму або кіл напруги приладу обліку з метою зниження значення показів засобу обліку». Це визначення підходить також і для «тимчасового порушення розрахункового обліку електричної енергії не з вини споживача». Адже, наприклад, при виході з ладу ТС, який пошкодився внаслідок перевантаження, встановити факт зі сторони споживача умисної дії чи непричетності до цього може тільки експертиза. Відповідно, необхідно дати визначення: тимчасове порушення розрахункового обліку електроенергії не з вини споживача – це виявлення у споживача пошкодження розрахункових засобів обліку, знеструмлення кіл струму або кіл напруги розрахункових засобів обліку, що було підтверджено актом технічної перевірки, в якому фіксуються виявлені недоліки та підтверджується факт відсутності умисних дій або бездіяльності споживача з метою зниження показів засобів обліку.

В п.6.20 ПКЕЕ відмічено, що обсяг електроенергії може бути визначений на підставі показів технічних засобів обліку. Однак з вирішенням даної проблеми за умови наявності у споживача засобів обліку можна не погодитися, адже в п.3.21 ПКЕЕ зазначається, що для контрольного обліку електроенергії споживачі додатково можуть встановлювати технічні (контрольні) засоби обліку, які перебувають на їх балансі та обслуговуються споживачами або іншою організацією за договором. Тобто достовірність показів даних технічних засобів обліку викликає сумніви, оскільки про їх відповідність вимогам ПУЕ, ПКЕЕ та іншим документам мова не ведеться. Причому, однозначно, похибка в показах буде не на користь електропередавальної організації.

Згідно з ПКЕЕ, датою початку порушення розрахункового обліку вважається перший день поточного розрахункового періоду, в якому було виявлено порушення обліку, або час та день, зафіксовані засобом обліку. Слід зазначити, що в п.3.20 ПКЕЕ говориться про те, що окремі площадки вимірювання з приєднаною потужністю 150 кВт і більше та середньомісячним обсягом споживання за попередні 12 розрахункових періодів 50 тис. кВт·год і більше мають бути забезпечені локальним устаткуванням збору та обробки даних (ЛУЗОД). Саме засоби диференційного (погодинного) обліку електроенергії, що входять до складу ЛУЗОД, дозволяють зафіксувати час та день порушення обліку. Однак на сьогодні переважна більшість споживачів такого обладнання не має, тому для них п.6.20 пропонує вважати днем порушення перший день розрахункового періоду. Виходить, що обсяг недоврахованої електроенергії може бути визначений максимум за проміжок часу $1 \div 30(31)$ днів і залежить від дня, коли в даному проміжку було виявлено пору-

шення. Зрозуміло, що електропередавальна організація зазнає збитків внаслідок недообліку електроенергії, якщо термін порушення розрахункового обліку не з вини споживача перевищує розрахунковий період. Зокрема, виявити порушення розрахункового засобу обліку, тобто вихід з ладу лічильників, ТС і ТН, кіл обліку, які використовуються для визначення обсягу електричної енергії, можна тільки під час технічної перевірки, яка згідно п.3.18 ПКЕЕ, здійснюється електропередавальною організацією не рідше одного разу на три роки. Зрозуміло, що енергокомпанії розробляють плани щодо частішого проведення технічних перевірок, у середньому цей термін складає 12 місяців. Однак очевидно, що якщо під час виявлення в перший день розрахункового періоду порушення розрахункового обліку – обсяг недоврахованої електроенергії буде визначений тільки за один день, хоча цілком ймовірно, що результати розрахункового обліку були недостовірними протягом більш тривалого часу. Інша ситуація – коли лічильник вийшов з ладу в останній день розрахункового періоду і недообліковує електроенергію по одній з фаз, що й було виявлено в цей день. Тому згідно з п.6.20 ПКЕЕ споживачу буде визначений обсяг споживання недооблікованої електроенергії з першого дня поточного розрахункового періоду за середньодобовим обсягом споживання, хоча реально лічильник недообліковував електроенергію всього один день і тільки по одній фазі. Але в будь-якому разі проводити кожного розрахункового періоду технічні перевірки на всіх об'єктах споживачів просто не реально. В даному випадку про «згоду сторін» мова не ведеться, адже одна з сторін заздалегідь поставлена в програшні умови. Тому слід визначити умови, які б спонукали до якнайшвидшого виявлення порушення як електропередавальну організацію, так і самого споживача. Беручи до уваги викладені ситуації, можна зробити деякі пропозиції щодо визначення справедливої дати початку періоду порушення. Зокрема, в п.3.4 і п.6.21 ПКЕЕ говориться, що якщо протягом двох послідовних розрахункових періодів спостерігається зменшення середнього завантаження вимірювальних ТС до рівня, меншого ніж передбачений вимогами нормативно-технічної документації (НТД), то електропередавальна організація має право звернутися до власника засобу обліку щодо його приведення у відповідність НТД. До закінчення одного повного розрахункового періоду з дня надання такої вимоги розрахунки за спожиту електроенергію проводяться за показами встановлених засобів обліку. Тобто в цих двох пунктах ПКЕЕ зазначається термін у три розрахункових періоди, за який повинна бути налагоджена схема обліку. У разі тимчасового порушення розрахункового обліку електричної енергії не з вини споживача період, за який здійснюється перерахунок об-

сягу використаної електричної енергії до моменту виявлення порушення, складає кількість робочих днів споживача від дня останньої технічної перевірки засобу обліку до дня виявлення (усунення) порушення, але не більше загальної кількості робочих днів споживача у трьох розрахункових періодах.

В п.6.20 ПКЕЕ у разі порушення розрахункового обліку не з вини споживача пропонується у всіх випадках проводити розрахунок використаної електроенергії за середньодобовим обсягом її споживання попереднього розрахункового періоду. Очевидно, що встановити за згодою сторін розрахунковий період, за який повинен бути визначений середньодобовий обсяг споживання, досить складно, особливо це стосується споживачів з нерівномірним споживанням електроенергії протягом року. До того ж, відповідно до п.6.39 ПКЕЕ, розрахунок за середньодобовим обсягом споживання електроенергії за попередній розрахунковий період проводиться тільки у разі неможливості отримання постачальником даних про спожиту електричну енергію за поточний розрахунковий. Ситуація, що розглядається, якраз і являється порушенням розрахункового обліку. Тобто незрозуміло, чому п.6.20 передбачає використання середньодобового обсягу споживання електроенергії у всіх випадках порушення розрахункового обліку не з вини споживача. Адаже можуть виникнути інші ситуації: засіб обліку взагалі може не обліковувати електроенергію, або ж має місце недооблік електроенергії по одній чи двох фазах трифазної мережі (що найчастіше й буває). Якщо представником електропередавальної організації під час технічної перевірки було встановлено, що засіб обліку взагалі не обліковує електроенергію, то обсяг недоврахованої електроенергії може визначатися відповідно до п.6.20 ПКЕЕ за середньодобовим обсягом споживання. Якщо було зафіксовано, що в трифазній мережі електроенергія необліковувалась по одній (двох) з фаз, то в такому разі логічним виглядає проведення обґрунтованих розрахунків обсягу недоврахованої електроенергії з використанням коригуючого коефіцієнту до обсягу електроенергії, зафіксованого за фактичними показами лічильників. Тим паче, що для чотирипровідної трифазної мережі низької напруги лічильники активної електроенергії прямого чи трансформаторного включення проводять облік електроенергії по кожній фазі окремо. Залежно від того, по одній чи двох фазах наявний недооблік активної електроенергії, обсяг спожитої електроенергії, зафіксований за фактичними показами лічильника, повинен бути помножений на коефіцієнт 1,5 або 3. Слід зазначити, що ці міркування справедливі, якщо навантаження по усім трьом фазам симетричне. У випадку неси-

метрії необхідно приймати до уваги коефіцієнт, який може бути визначений за результатами вимірювань струмів I_a, I_b, I_c з виразу [4]

$$V = \sqrt{\frac{2}{3}(\delta_a^2 + \delta_b^2 + \delta_c^2)}, \quad (1)$$

$$\text{де } \delta_a = 1 - \frac{I_a}{I_{cp}}; \delta_b = 1 - \frac{I_b}{I_{cp}}; \delta_c = 1 - \frac{I_c}{I_{cp}}; I_{cp} = \frac{I_a + I_b + I_c}{3}.$$

Зовсім інший порядок розрахунку недоврахованої електроенергії для трипровідної мережі високої напруги. Він залежить від кількості ТС та схеми їх з'єднання, від кількості вимірювальних елементів у лічильнику (дво- чи триелементний). У [5] наведено коригуючі коефіцієнти для двоелементних лічильників при з'єднанні ТС у неповну зірку, а в роботі [6] додатково розглянуто варіанти, пов'язані з недообліком електроенергії триелементними лічильниками. Величини, що визначаються кожним вимірювальним елементом триелементного лічильника при різному характері порушення (при з'єднанні ТС у неповну зірку), наведено в табл.1.

Таблиця 1 – Значення величин, які визначаються вимірювальними елементами

№ п/п	Характер пошкодження	Значення величин, що визначаються вимірювальними елементами лічильника		
		елемент I	елемент II	елемент III
Трифазна трипровідна мережа високої напруги				
1	$I_a=0$	0	$\frac{1}{2} \cos \varphi_b + \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \varphi_b$	$\cos \varphi_c$
2	$I_b=0$	$\cos \varphi_a$	0	$\cos \varphi_c$
3	$I_c=0$	$\cos \varphi_a$	$\frac{1}{2} \cos \varphi_b - \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \varphi_b$	0

Коригуючі коефіцієнти до величини фактичного споживання електроенергії ($E_{\text{факт}}$, кВт·год) для всіх можливих варіантів недообліку електроенергії дво- і триелементними трифазними лічильниками в трифазних три- та чотирипровідних мережах зведено в табл.2.

Маючи зафіксоване лічильником фактичне значення спожитої електроенергії за період порушення розрахункового обліку та використавши коригуючий коефіцієнт (табл.1) залежно від характеру виявленого пошкодження, можна отримати дійсне значення обсягу спожитої електроенергії. При цьому значення кута φ можна прийняти відповідно до методики [7], тобто фактичний коефіцієнт потужності споживача в середньому за розрахунковий період можна визначити за формулою

$$\operatorname{tg} \varphi = WQ_{\text{сп}} / WP, \quad (2)$$

де WP – споживання активної електроенергії за прийнятий розрахунковий період, кВт·год; $WQ_{\text{сп}}$ – споживання реактивної електроенергії за той же період, квар·год.

Таблиця 2 – Визначення дійсного споживання електроенергії у разі порушення обліку

№ п/п	Характер виявленого пошкодження	Схема з'єднання ТС	Тип лічильника	Коригуючий коефіцієнт (до величини $E_{\text{факт}}$ кВт·год)
1	2	3	4	5
<i>Трифазна чотирипровідна мережа низької напруги (симетричне навантаження)</i>				
1	Знеструмлення кіл струму або кіл напруги по трьох фазах	«зірка»	-	За середньодобовим обсягом споживання
2	Знеструмлення кіл струму або кіл напруги по одній фазі	«зірка»	-	1,5
3	Знеструмлення кіл струму або кіл напруги по двох фазах	«зірка»	-	3
<i>Трифазна чотирипровідна мережа низької напруги (несиметричне навантаження)</i>				
4	Знеструмлення кіл струму або кіл напруги по трьох фазах	«зірка»	-	За середньодобовим обсягом споживання
5	Знеструмлення кіл струму або кіл напруги по одній фазі	«зірка»	-	$1,5 \cdot Y$
6	Знеструмлення кіл струму або кіл напруги по двох фазах	«зірка»	-	$3 \cdot Y$
<i>Трифазна трипровідна мережа високої напруги</i>				
7	Знеструмлення кіл струму або кіл напруги по фазі «А»	«неповна зірка»	Двоелементний	$\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{3} + \operatorname{tg} \varphi}$
8	Знеструмлення кіл напруги по фазі «В»	«неповна зірка»	Двоелементний	2
9	Знеструмлення кіл струму або кіл напруги по фазі «С»	«неповна зірка»	Двоелементний	$\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{3} - \operatorname{tg} \varphi}$
10	Обрив нульового проводу кіл струму	«неповна зірка»	Двоелементний	За середньодобовим обсягом споживання
11	Знеструмлення кіл струму по фазі «А»	«неповна зірка»	Триелементний	$\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{3} + \operatorname{tg} \varphi}$
12	Знеструмлення кіл струму по фазі «В»	«неповна зірка»	Триелементний	1,5
13	Знеструмлення кіл струму по фазі «С»	«неповна зірка»	Триелементний	$\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{3} - \operatorname{tg} \varphi}$

1	2	3	4	5
14	Обрив нульового проводу кіл струму	«неповна зірка»	Триелементний	За середньодобовим обсягом споживання
15	Знеструмлення кіл напруги по одній фазі	«неповна зірка»	Триелементний	2*
16	Знеструмлення кіл струму по одній фазі	«зірка»	Триелементний	1,5
17	Знеструмлення кіл струму по двох фазах	«зірка»	Триелементний	3
18	Обрив нульового проводу кіл струму	«зірка»	Триелементний	1
19	Знеструмлення кіл напруги по одній фазі	«зірка»	Триелементний	2*

Примітка: * – коригуючий коефіцієнт залежить від типу електронного лічильника.

Таким чином, можна зробити висновки, що впровадження «Методики визначення обсягу та вартості електричної енергії, не облікованої внаслідок порушення розрахункового обліку не з вини споживача» дасть змогу:

- чітко ідентифікувати таку ситуацію, як «тимчасове порушення розрахункового обліку електроенергії не з вини споживача»;
- прийняти компромісне рішення щодо дати початку періоду порушення та тривалості періоду, за який здійснюється перерахунок обсягу використаної електричної енергії до моменту виявлення (усунення) порушення;
- провести розрахунок обсягу використаної електроенергії залежно від характеру порушення розрахункового обліку;
- спонукати до якнайшвидшого виявлення тимчасового порушення розрахункового обліку як електропередавальну організацію, так і самого споживача;
- забезпечити максимально коректне, справедливе та взаємовигідне вирішення спірної ситуації між електропередавальною організацією та споживачем внаслідок порушення розрахункового обліку не з вини споживача за рахунок наведення обґрунтованих пояснень і розрахунків.

1.Про метрологію та метрологічну діяльність: Закон України №1765-IV від 15.06.2004 р.

2.Правила користування електричною енергією: Постанова НКРЕ №28 від 31.07.96 р. (у редакції постанови НКРЕ №910 від 17.10.2005 р.).

3.Методика визначення обсягу та вартості електричної енергії, не облікованої внаслідок порушення споживачами правил користування електричною енергією: Постанова НКРЕ №562 від 04.05.2006 р.

4.Хомяк В.А., Петрище Н.А. Новый стимул к уменьшению потерь электроэнергии // Энергетика и электрификация. – 2004. – №9. – С.11-12.

5.Минин Г.П. Измерение электроэнергии. – М.: Энергия, 1994. –103 с.

6.Момот В.В., Рой В.Ф. Облік електроенергії в умовах використання компенсуючих пристроїв // Вестник НТУ «ХПИ». – 2007. – №11. – С.72-76.

7.Методика обчислення плати за перетоки реактивної електроенергії. Затв. наказом Міністерства палива та енергетики України №19 від 17.01.2002 р.

Отримано 09.12.2008

УДК 621.313

Г.В.КАПУСТИН, канд. техн. наук, В.Б.ФИНКЕЛЬШТЕЙН, д-р техн. наук,
Я.Б.ФОРКУН, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ИЗМЕРЕНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО ТОКА В МАГНИТОПРОВОДЕ КОРТОКЗАМКНУТОГО РОТОРА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Выполнено экспериментальное измерение поперечного тока в магнитопроводе короткозамкнутого ротора асинхронного двигателя на элементарном участке в режиме короткого замыкания.

При проектировании асинхронных машин со скосом пазов актуальной становится задача более точного учета добавочных потерь от поперечных токов. Рассмотрению этого вопроса посвящена работа В.И.Чабана [1].

Используя уравнения линии с распределенными параметрами, описаны процессы в короткозамкнутом роторе в предположении нулевого сопротивления короткозамыкающих колец при воздействии только одной гармонической и при ненасыщенном магнитопроводе. В обобщенном виде получено выражение для поперечных токов в роторе при обычных допущениях с учетом результатов о чисто активном характере переходного сопротивления. Аналитически показано, что в ряде случаев высшие гармонические достигают весьма ощутимых значений. Работами, наиболее полно учитывающими факторы, влияющие на поперечные токи при наименьшем числе допущений, являются труды польских ученых [2]. Учтено влияние шлицев и сочетание числа пазов ротора и статора на поперечные токи и величину высших гармонических токов ротора введением комплексного коэффициента скоса. Также проведены глубокие исследования влияния на добавочные потери различных факторов, методов их расчета, а также методов снижения добавочных потерь от поперечных токов. Однако в вышеперечисленных работах не проводились экспериментальные исследования по непосредственному измерению поперечных токов в магнитопроводе короткозамкнутого ротора асинхронного двигателя.